

SITE SEARCH



Real-time flight simulation monitor system

Application Number	01119845	Application Date	2001.07.02
Publication Number	1393682	Publication Date	2003.01.29
Priority Information			
International Classification	G01C21/20		
Applicant(s) Name	Co Ltd of Chaoyi Technology Inst, Beijing		
Address			
Inventor(s) Name	Wang Yongkun;Wei Gang;Wang Xiaoxuan		
Patent Agency Code	11008	Patent Agent	li jianyang

Abstract

A real-time simulation-monitor system for airplane is disclosed. The flight parameters of an airplane is transmitted via communication controller, data transmission radio station and antenna to a ground station directly or through a navigation satellite. The preprocessor and main controller can transmit them to multiple terminals for simulatively displaying the flight state, and position of air plane on a digital map, and the states of flight path, rudder and landing chassis are received and displayed with real-time parameters. The signals and related parameters can also be transmitted back to airplane.

[Machine Translation](#) [Close](#)

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷
G01C 21/20



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01119845.1

[43] 公开日 2003 年 1 月 29 日

[11] 公开号 CN 1393682A

[22] 申请日 2001.7.2 [21] 申请号 01119845.1

[71] 申请人 北京超翼技术研究所有限公司

地址 100843 北京市复兴路 14 号 3 号楼 3 门
323 号

共同申请人 中国人民解放军 94270 部队
北京睿骊通电子技术有限公司

[72] 发明人 王永坤 魏 钢 王小旋

宋 勇 朱亚非 常 砢 傅前哨

李学仁 王锡宽 傅长明 苏 颢

[74] 专利代理机构 中国航空专利中心

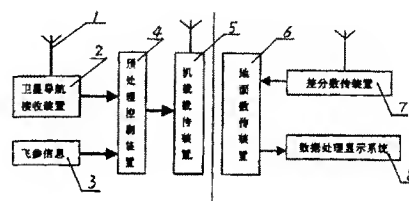
代理人 李建英

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

[54] 发明名称 飞行实时仿真监控系统

[57] 摘要

本发明涉及一种用于将飞机的飞行参数和卫星导航信息实时、仿真地传输的监控系统。它是将飞机的飞行参数通过飞机上的通讯控制器、数传电台、电台天线实时传输到地面站,或传送到导航卫星上再发送到地面站,通过预处理器、主控机输给多个终端机实时仿真地显示出飞机飞行的姿态、位置,终端机分别以数字地图、实时参数的形式显示飞行航迹,仿真座舱仪表、飞机姿态的变化以及飞机各舵面的变化和起落架的收放,随时将信号上传到机载设备。



ISSN 1008-4274

1、一种由机载设备和地面设备两部分组成的飞行实时仿真监控系统，其特征是，机载设备包括：通讯控制器、数传电台、电源盒、电台天线、频率选择器等，天线将接收来的 GPS 卫星导航信号和飞机上的飞行参数通过通讯控制器由数传电台经频率选择器后传送至地面站；地面设备包括：地面天线、接收电台、地面站预处理器、局域网络设备（包括集线器、网卡、网线等）、主控机、终端机地面电源及地面检查器等，地面站的接收天线接收到机上或卫星上传来的信号后，通过预处理器、主控机输给多个终端机实时仿真地显示出飞机飞行的姿态、位置，终端机分别以数字地图、实时参数的形式显示飞行航迹，仿真座舱仪表、飞机姿态的变化，并可随时将信号上传到以及飞机各舵面的变化和起落架的收放。

2、根据权利要求 1 所述的飞行实时仿真监控系统，其特征是，通讯控制器将 GPS 定位信息、飞行参数信息进行预处理后，以时分多址形式通过数传电台送回地面站；频率选择器提供数传电台频道的更改信号反馈到通讯控制器再输入数传电台。

3、根据权利要求 1 所述的飞行实时仿真监控系统，其特征是，地面设备的主控机一方面以二维平面地图显示飞机的实时位置、飞行参数，另一方面将数据通过网络发送至各个终端机，终端机分别以数字地图、实时参数的形式显示飞行航迹、位置等，同时逼真地仿真座舱仪表和飞机姿态的变化以及飞机各舵面的变化和起落架的收放，此外，根据实际飞行情况，可随时上传指令，控制数据的发送或改变发送次序。

4、根据权利要求 1 所述的飞行实时仿真监控系统，其特征是，数传电台的无线传输速率为 9600bps，收发转换时间为 16ms，电台传输 36 字节的数据约需要 38ms 时间，数据更新率为 0.5 次 / 秒。

5、根据权利要求 1 所述的飞行实时仿真监控系统，其特征是，视角转换的方法是：世界坐标系—观察坐标系—屏幕坐标系。

飞行实时仿真监控系统

本发明涉及一种用于将飞机的飞行参数和卫星导航信息实时传输、仿真的监控系统。

一般飞机在飞行过程中的飞行参数和信息，如飞行员与地面指挥员的对话、飞机各系统的工作状态等都传输给“飞机黑匣子”，飞机与地面的联系主要是靠飞行员与地面指挥的对话进行的。飞机的飞行姿态、高度、位置等数据是由地面雷达对空中飞机的监视得到。当飞机在空中发生特情时，主要是由飞行员通过电台进行空地沟通，对于飞机的飞行安全、空中故障的急时处置以及飞行质量的监控、辅助飞行指挥等都存在着很多不便，难以满足飞行中及着陆后的故障分析和飞行中的有效指挥，尤其是多架飞机的位置、姿态信息不能直观地显示出来，对于准确地实施飞行指挥调度有着一定的困难。美国专利 5,9743,94 公开了一种“远程飞机全球监控系统”《Remote, aircraft, global, paperless maintenance system》，它是通过飞机传感器将飞机的位置、高度、速度、控制面调整、发动机转速、温度、应力和燃料等数据以声音及视频信号传送到地面控制中心，监听记录这些信息并加以分析，实时监控飞机的操作情况；另外，这些信号还可通过卫星定位系统（GPS）或全球卫星导航系统传送到地面指挥中心和交管中心。此系统的各项参数均是由各种传感器取得，视频信号是由摄像机捕获，这种设备比较复杂，占用飞机的机内空间较多，在小型飞机上难以实现的，而且，该系统不能直观、形象地了解飞机在空中的姿态。

本发明的目的是提供一种能够适应飞机有效空间的飞行实时仿真监控系统。

本发明的技术解决方案是，将飞机的飞行参数通过飞机上的通讯控制器、数传电台、电台天线实时传输到地面站，或传送到 GPS 导航卫星上再发送到地面站，地面站的接收天线接收到此信号后，通过预处理器、主控机输给多个终端机实时仿真地显示出飞机飞行的姿态、位置，终端机分别以数字地图、实时参数的形式显示飞行航迹，仿真座舱仪表、飞机姿态的变化以及飞机各舵面的变化和起落架的收放，随时将信号上传到机载设备上。以视角转换的方法将世界坐标系转换为观察坐标系再转换为屏幕坐标系。

本发明具有辅助飞行指挥、飞行质量监控、辅助特情处置和飞行事故取证等功能，在所辖范围内能准确地提供飞机的姿态信息，同步显示最多

可达 30 架飞机，并以实时飞行仿真、参数显示、数字地图等形象直观的形式，显示任意一架飞机的座舱仪表指示、飞机姿态及各主要系统的重要参数，帮助指挥员及时掌握飞机的状态和位置，准确地实施飞行指挥调度；在地面同步显示飞机从开车滑出到着陆关车全过程的飞行姿态，供飞行指挥员、塔台机务值班员、领航参谋指挥监控飞机。

本系统可以利用触摸式荧光屏随时察看空中任意一架飞机的飞行情况，掌握飞机所处位置，视情况对飞行员的飞行动作实施指导，监控飞机和发动机动态技术性能，并将这些信息贮存在计算机内，便于事后进行技术分析；塔台有关值勤人员利用该系统能实时监控飞机及发动机的工作情况，对空中出现的异常情况，系统能自动作出判断，通报地面并提出警示，指挥员可按照特情处置措施，指导和帮助飞行员正确处置空中特情；该系统能将任意一架“失事”飞机飞行全过程的主要信息贮存在系统地面站的计算机内，具有与“黑匣子”类似的功能，一旦发生飞行事故，即使“黑匣子”失效，也可以通过地面站重现飞行数据，帮助分析查找事故原因。

图 1 为本发明的系统原理框图；

图 2 为本发明的机载部分方框图；

图 3 为本发明地面部分方框图；

图 4 为本发明主控机菜单框图；

图 5 为本发明的时隙分配图；

图 6 为本发明的多频点接收地面站框图；

图 7 为本发明的通讯控制器框图。

本发明的系统由机载设备和地面设备两部分组成。机载设备接收 GPS 卫星导航信号并采集飞机各项飞行参数，然后，通过数传电台将这些信息发送到地面接收天线，接着由差分数传装置经地面数传装置传给数据处理显示系统，以逼真的动画图象显示飞行中的飞机姿态、座舱仪表的指示等。

图 1 中天线 1 将接收到的 GPS 卫星导航信号传入卫星导航接收装置 2，飞参信息 3 和卫星导航接收装置 2 的信号传入预处理控制装置 4，然后，经机载数传装置 5 发送给差分数传装置 7，经地面数传装置 6 到数据处理显示系统 8。

图 2 中机载设备的主要组成是，数传电台 12、通讯控制器 10、电源盒 11、电台天线、频率选择器 13 等，通讯控制器 10 是核心设备，它总体协调各部分之间的通信，并将 GPS 信息或飞参信息 9 做预处理后，控制数传电台 12 在其信道时隙中发送信息，同时传输给频率选择器 13，频率选择器 13 将数传电台 12 频道的更改信号反馈到通讯控制器 10 再输入数传电

台 12, 电源盒 11 提供全部机载设备的电源, 频率选择器 13 提供数传电台 12 频道的更改功能, 通讯控制器 10 将 GPS 定位信息、飞行参数信息 9 进行预处理后, 以时分多址形式通过数传电台送回地面塔台或指挥所, 数传电台 12 的无线传输速率为 9600bps, 收发转换时间为 16ms, 电台传输 36 字节的数据约需要 38ms 时间。

图 3 的地面设备主要包括地面天线 14、接收电台 15、地面站预处理器 16、局域网络设备 (包括集线器、网卡、网线等)、主控机 17、终端机 18、地面电源 19 及地面检查器等。它的监控容量为 30 架飞机, 单架飞机传送基本信息量为 36 字节 (包括基本导航信息与飞机状态码), 作用距离为高度在 10000m 时不小于 350km, 定位精度不大于 10m, 数据传输速率为 9600bps, 数据更新率为 0.5 次 / 秒。系统的地面设备将 GPS 定位信息、飞参信息以机上预处理装置 4 处理后, 送入主控机 17, 主控机 17 一方面以二维平面地图显示飞机的实时位置、飞行参数, 另一方面将数据通过网络发送至各个终端机 18, 终端机 18 分别以数字地图、实时参数的形式显示飞行航迹、位置等, 同时逼真地仿真座舱仪表和飞机姿态的变化, 此外, 根据实际飞行情况, 可随时上传指令, 控制数据的发送或改变发送次序。

若要达到辅助飞行指挥、飞行质量监控、空中特情处置及飞行事故取证等能在地面站实时、仿真地显示出来, 由主控机 17 控制多台终端机 18, 主控机 17 的主菜单如图 4 所示, 根据不同的需要, 点击菜单的内容实现数据维护、通讯控制、网络管理及部分显示功能, 同时还可显示飞机在地图上的位置, 该地图采用飞行空域平面地图, 显示各飞机的主要参数、简化的飞机姿态、模拟座舱、飞行编队和显示民航通道、距离圆, 而终端机则分别实现对数字地图、参数显示、飞机姿态和模拟座舱的显示。

数字地图模块依照航空管制的有关要求制作, 能实现地形标记的叠加与隐藏、无级缩放等; 参数显示模块要求对接收数据进行分类显示; 飞机姿态模块以飞行空域为背景, 制作真实三维地景模型、三维飞机模型, 实现实时显示起落架收放、方向舵变化、襟副翼变化、减速板变化、喷口变化的情况, 屏幕画面实时显示飞机的主要姿态角和飞机在 50~200km 范围内的平面位置, 切换七种视角与当前飞机图象的放大与缩小; 座舱模块真实模拟飞机座舱的布局, 实时反映各飞行仪表的变化情况, 可实现仪表的推拉式放大缩小, 屏幕画面显示飞机的平面位置、显示垂直面航迹和切换飞机机号。

图 5 表明了系统具体的时隙分配, 系统的全部信息刷新周期为 2 秒, 每秒钟为一个同步时间片 T_0 , 一个上传时隙 T_1 和若干个通讯时隙 T_i (其中

$i=1,2,3,\dots$), 同步时间片 T_0 占用 20ms, 上传时隙 T_1 为 38 ms 和每个通讯时隙 T_i 占用 61.25ms 的时间间隔, 一个通讯时隙中包括约 40ms 的传输时间, 16ms 的收发转换时间, 不超过 1.25ms 的传输延迟以及 4ms 的时间容差。系统在同步时间片时接收 GPS 信息中的同步信息信号, 在上传时隙时接收上传指令和信息, 在通讯时隙时发送数据。系统以时分多址与频分多址混合应用, 在一个机场范围内设置多个频点, 每一个频点供若干架飞机使用, 各频点间的无线传输互不干扰。

图 6 表明, 当地面架设多个接收机时, 电台 1 至电台 n 分别连接 1 至 n 个 CPU, 各自通过各自的双口 RAM 与 GPS 差分站的信号一起都输入主控 CPU 中, 主控 CPU 将信号传送到地面数据处理器。

图 7 中示出了机上通讯控制器内设的 4 个 CPU, 分别为 MCPU、FCPU、GCPU 和 BCPU。FCPU 与 GCPU 主要功能为收集飞行参数和 GPS 信号, BCPU 用作平显数据的处理, MCPU 接收其它三个 CPU 的数据信息, MCPU 和电台的通讯速率从 9.6Kbps~640Kbps 可选; MCPU 还可通过加装适配器控制不同型号的电台 (包括扩频电台), 两 CPU 之间的数据传递有多种方式, 考虑到系统数据量及今后的功能扩展, 系统采用了双口 RAM 方式, MCPU 预留了系统的扩展接口, 以备再增加数据量时, 扩展更多的数据信号, MCPU 的信号通过数传电台发送给地面接收设备。

系统显示数据不仅只是在主控机上, 同时还要将数据发送到其它终端机上显示, 为使数据接收与显示能同步进行, 系统创建了一个数据接收与处理线程, 该线程在系统启动后负责从串行口读取数据并按照发送格式处理数据, 数据处理完毕立即送入显示程序。

地面站数据程序中使用了数据包和指令包来区分飞行数据流和控制命令流, 但在网络传输中都被认为是数据, 因此在数据包和指令包的头部加入标志量以示区别并以异或方式对数据进行校验。

终端机上进行显示的都是单独模块, 考虑到维护性及可靠性, 不宜将复杂的程序代码加入这些模块, 后台数据交换程序主要解决网络数据传递问题, 其原理是利用内存存取数据速度快的特点, 在内存进行数据交换, 即从网络端口收到数据后, 先放入内存, 并发送一条自定义消息, 显示模块收到消息后再从内存中取数据, 实现内存共享。

系统为达仿真效果, 模拟座舱与飞机姿态模块都是采用三维模型及真实三维地景制作, 飞机模型由十五个子模型组成, 由实际数据驱动飞机的襟翼、副翼、平尾、方向舵、起落架、尾焰运动模拟真实的飞行姿态, 并可在切换飞机的同时在飞机模型前部改变相应的飞机编号; 程序中通过摄

像机控制模块来处理不同视角，按照正常视角对场景进行处理，通过坐标变换把场景中各个对象的坐标由世界空间变换到摄像机空间，通过裁剪变换把场景投影到屏幕上，同时进行隐面消除的工作。视角转换的方法是：世界坐标系—观察坐标系—屏幕坐标系。

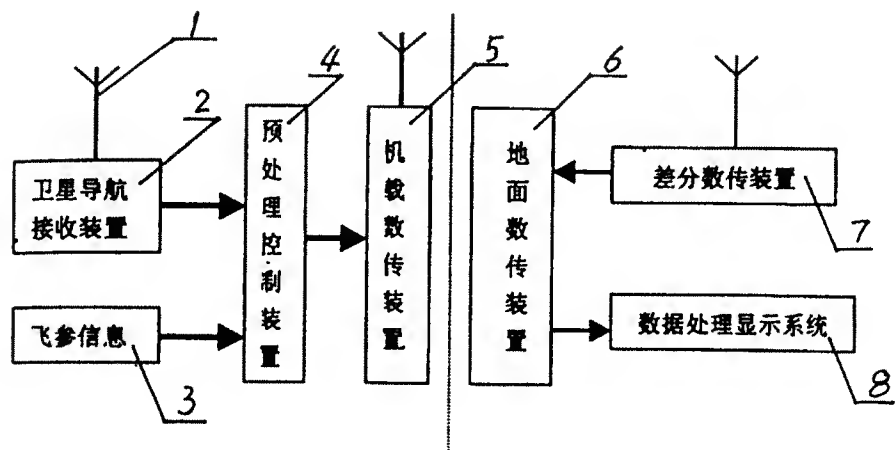


图 1

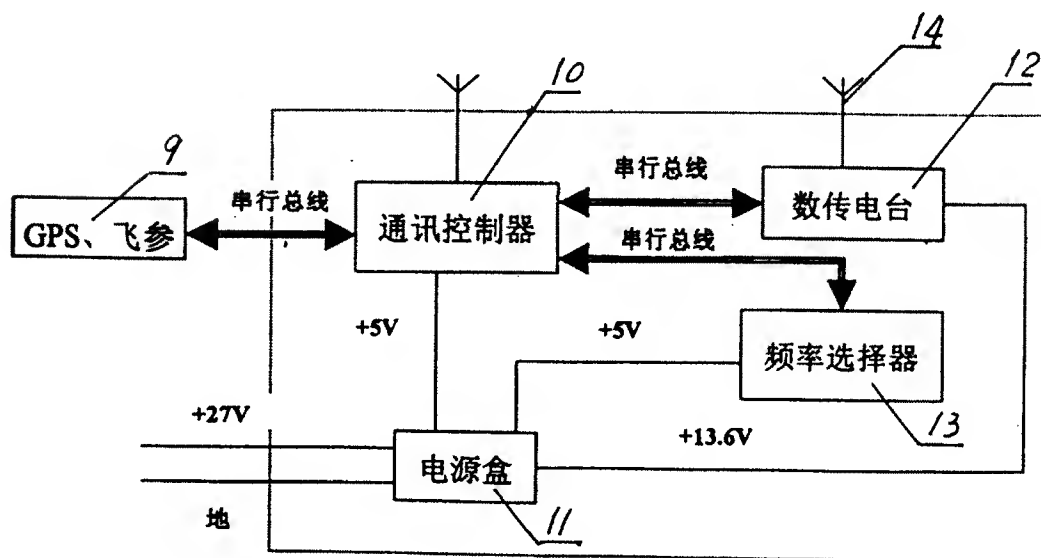


图 2

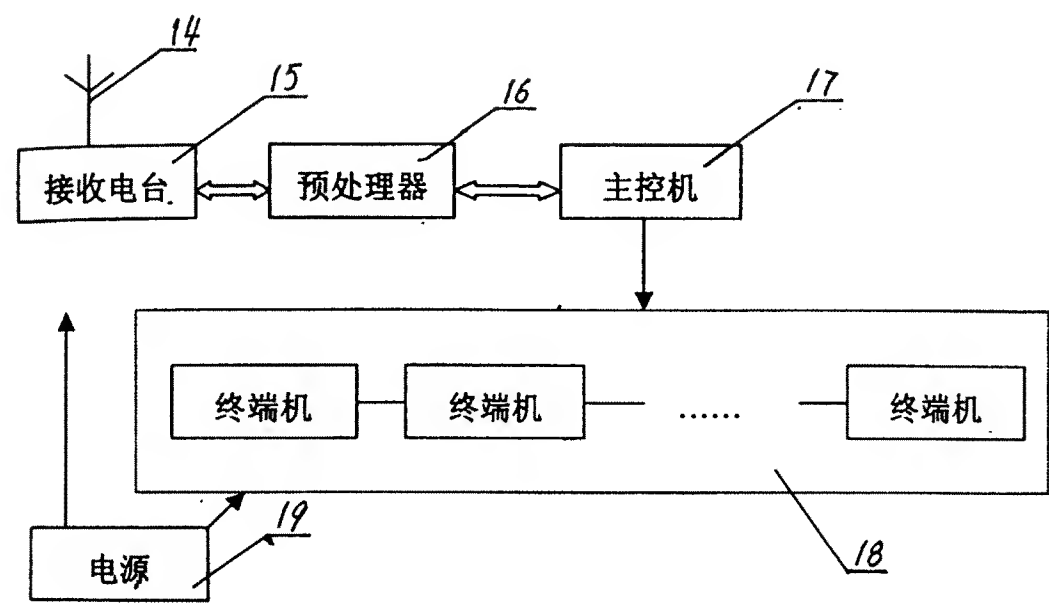


图 3

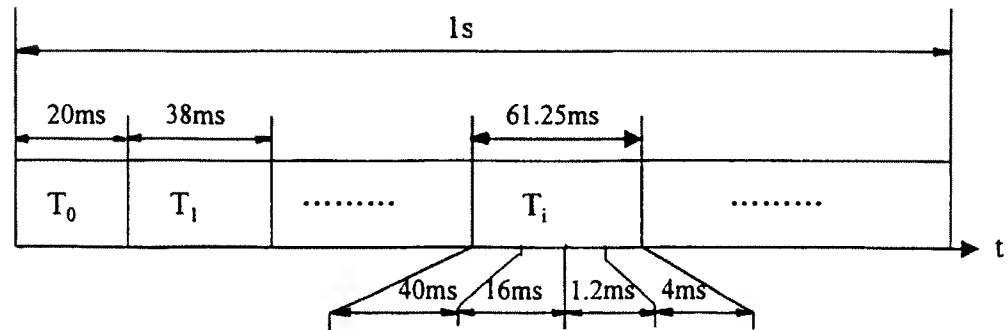


图 5

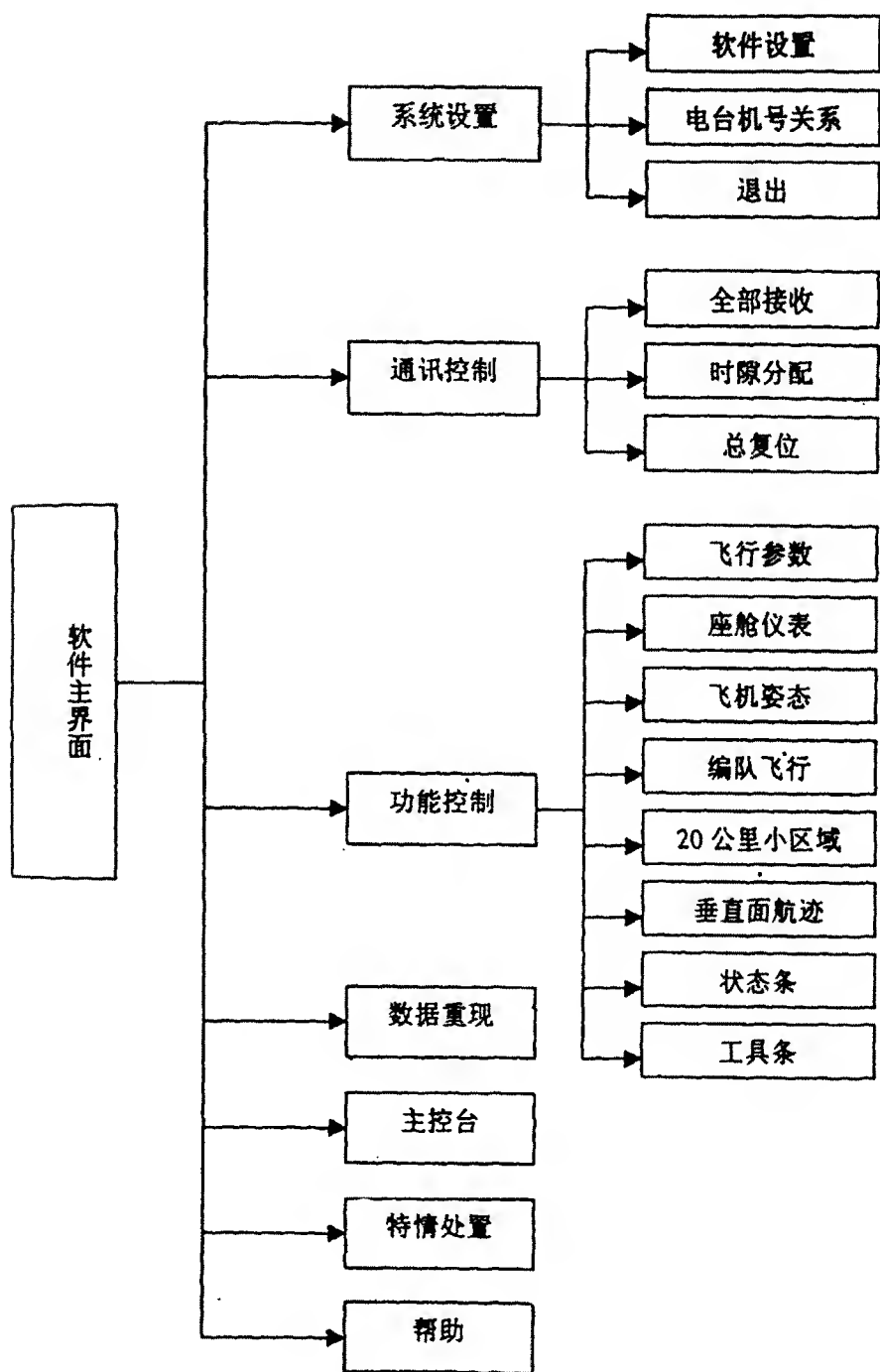


图 4

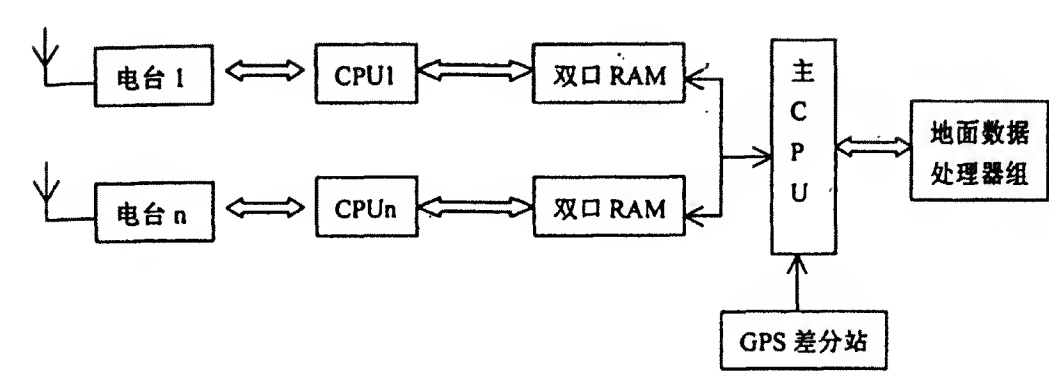


图 6

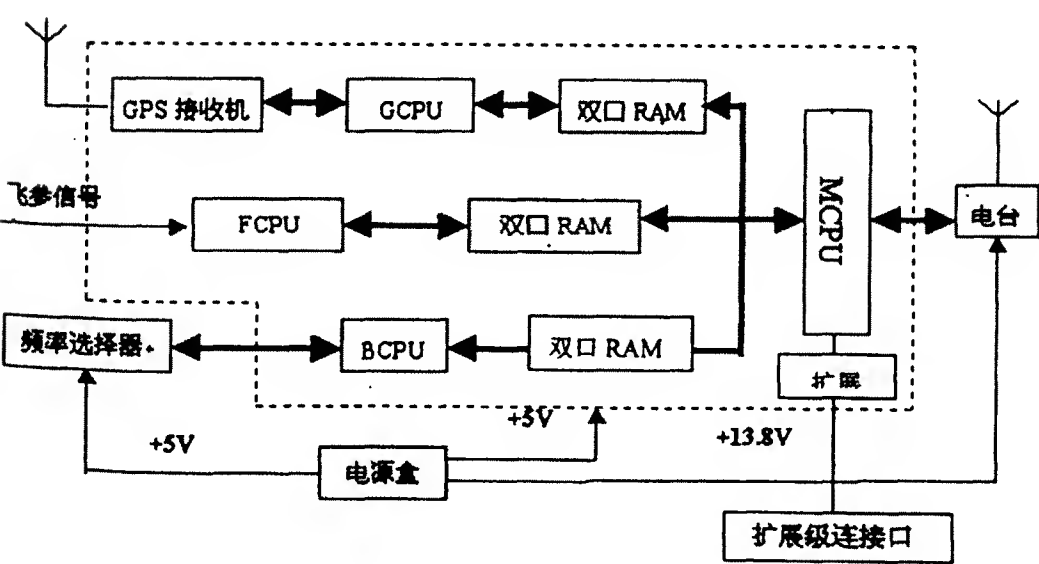


图 7